

Niko Ainetdin

# LVI-muutostyöt

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työjohto

Opinnäytetyö

26.3.2014

Tekijä Otsikko	Niko Ainetdin LVI-muutostyöt
Sivumäärä Aika	25 sivua 26.3.2014
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikan työnjohto
Ohjaaja	lehtori Jyrki Viranko
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää LVI-muutostöihin liittyviä syitä, niistä aiheutuvia ongelmia sekä mahdollisia ratkaisuja muutostöiden toteutukseen.</p> <p>Muutostöitä esiintyy rakennuskohteen aikana paljon. Muutokset voivat olla arkkitehdiltä, tilaajalta taikka työmaalta tulevia muutoksia. Muutostyöt tuovat omat haasteensa suunnittelijan työhön, esimerkiksi törmäystarkastelu muiden talotekniikan kanssa, arkkitehdin pohjapiirustusmuutokset sekä erilaiset aikataulut. Muutostöiden ilmaantuessa onkin tärkeää, että projektissa tiedetään muutostyönlaajuus sekä sen mahdolliset lisäkustannukset.</p> <p>Opinnäytetyötäni tehdessä olen pyrkinyt löytämään monipuolisia näkemyksiä muutostöihin liittyviä asioita. Rakennustieto-nettisivuston ja omien näkemysteni pohjalta olen työstänyt opinnäytetyötäni.</p> <p>Muutostöiden osalta ongelmia on paljon, ja tässä työssä olen pyrkinyt selvittämään ratkaisuja niihin. Yhtenä ongelmana muutostöissä oli LVI-piirustusten eroavaisuudet toisistaan. Useaa projektia työstetään samaan aikaan, ja suunnittelijalla menee oma aikansa omaksumakseen projektin toimintatavat muutostöiden merkitsemisessä piirustuksiin. Myös näiden muiden ongelmien ehkäisemiseksi selvitin, että minkälaisia muita ratkaisuja on olemassa. Yksi asia oli IFC-mallinnus, jolla parannetaan suunnittelijan työtä sekä suunnittelutyön laatua.</p>	
Avainsanat	muutostyö, LVI

Author Title	Niko Ainetdin Alteration work of HVAC
Number of Pages Date	25 pages 26 March 2014
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor	Jyrki Viranko, Principal Lecturer
<p>The aim of this final year project was to study alteration works and the reasons why alteration works are done, and the ways to minimize their amount. The study was done by studying a Finnish HVAC web site and by reflecting the writer's own experiences from a construction site and a design office.</p> <p>Alteration works are common during the building phase. They are the sum of many things. One of the problems which stood out was the inconsistencies in HVAC drawings. To minimize them, a design office must have rules governing the drawings regarding alteration works, and the instructions should come from the construction site. With minor improvements the daily work in a design office can be a lot easier. Being up-to-date helps the design team to react when something unexpected appears.</p>	
Keywords	alteration work, HVAC

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Muutostöiden ongelmat	2
2.1	Esimerkki 1	3
2.2	Esimerkki 2	3
2.3	Esimerkki 3	4
2.4	Esimerkki 4	6
2.5	Reikäpiirustukset	7
3	Korjausrakentaminen	7
3.1	Yleistä	7
3.2	Osittainen korjaus	8
3.3	Kokonaiskorjaus	8
3.4	Lähtökohdat työhön	8
3.5	Piirustusten laatiminen	9
3.6	Lähtökohtapiirustukset	10
3.7	Piirustusmerkinnät LVI-piirustuksissa	10
4	Otsikkotaulut	13
5	Purkukuvat	15
5.1	Työn aloitus	15
5.2	Toimintaperiaate	15
6	Ratkaisuja	19
7	IFC-mallinnus	20
7.1	Mikä on IFC?	20
7.2	Tavoite ja hyödyt	21
7.3	TATE-suunnittelun vaiheet:	22
7.3.1	Ehdotus- ja yleissuunnittelu	22
7.3.2	Toteutussuunnittelu	22
8	Punakynäpiirustukset	22
9	Yhteenveto	24



## Lyhenteet

KV	kylmä vesi
LV	lämmin vesi
LVI	lämmitys, vesi- ja viemäri, ilmanvaihto
MagiCAD	CAD-ohjelmisto talotekniseen suunnitteluun.
TATE	talotekniikka

## 1 Johdanto

Opinnäytetyöni käsittelee LVI-muutostöitä suunnittelijan näkökannalta, ja työtäni ei ole suunnattu yritykselle. Mielenkiintoni aiheeseen syntyi, koska olen työskennellyt asentajana työmaalla sekä suunnittelutoimistossa. Aihe on myös tällä hetkellä ajankohtainen minulle, koska työskentelen monen projektin kanssa ja työtehtäväni koostuvat enimmäkseen erilaisista muutostöistä. Alettua tekemään muutostöitä eri projekteihin huomasin, että muutostöissä esiintyi eroavaisuuksia ilmanvaihto-, lämpö- sekä vesi- ja viemärikuvissa.

Tämän mestarityön tavoite on antaa lukijalle alustavaa tietoa siitä, miten muutostöitä toteutetaan suunnittelutoimistoissa. Opinnäytetyöni käsittelee LVI-muutoksia, joihin kuuluvat myös purkukuvat sekä punakynäpiirustukset. Opinnäytetyössäni paneudun siihen, mitkä asiat aiheuttavat muutostöitä, miten muutostöitä tehdään ja näistä syntyviä ongelmia ratkaistaan sekä mitä suunnittelijan täytyy ottaa huomioon viedessään muutoksia suunnitelmiin.

LVI-kuvissa ilmenevät muutostyöt ovat aina haasteellisia tuoda esille toivotulla tavalla. Kun tehdään muutostöitä LVI-kuviin, joutuu suunnittelija asettamaan itsensä urakoitsijan asemaan. Herää kysymyksiä, kuten ovatko kuvat tarpeeksi selviä? Ymmärtääköhän urakoitsija, mitä ajatuksia minulla on? Ongelma on se, että suunnittelutoimistoissa on käytössä suunnitteluohjelma, esimerkiksi MagiCAD-ohjelma, jossa on mahdollisuus tarkastella kuvia 3D:nä, tätä samaa mahdollisuutta ei ole asentajilla työmaalla. Siksi yleensä pyritään tekemään erilaisia leikkauskuvia, jotta työt helpottuisivat työmaalla. Muutosmerkinnöissä on olemassa monia erilaisia tapoja tuoda sama asia esille.

Työni tavoitteena on herättää alan urakoitsijat sekä suunnittelijat työskentelemään yhtenäisemmin sekä saamaan myös LVI-muutossuunnitelmien kuvat näyttämään jatkossa samanlaisilta riippuen siitä, onko piirustuskuvat vesi- ja viemäri-, ilmanvaihto- tai lämpösuunnitelma.

## 2 Muutostöiden ongelmat

LVI-kuvien muutostöissä ongelmia on saada muutosmerkinnät yhtenäiseksi, riippumatta piirustuksesta. Esimerkiksi lämpösuunnittelija on pilvittänyt muutosalueen ja ilmanvaihtosuunnittelija on vain revisoinut muutoskohdan, jolloin toimintaperiaate ei ole samanlainen piirustuksissa. Kuvat piirretään MagiCAD-ohjelmalla, jossa suunnittelijalla on käytössä monia erilaisia variaatioita, näkökulmia sekä värejä. Valmis kuva tulostetaan mustavalkoisena, ja se toimitetaan työmaalle. Tulostuksessa pitää ottaa huomioon arkkitehdin pohjapiirustus, joka täytyy olla mukana kuvassa. Se täytyy olla ”valkaistu” (siistitty) ja ajan tasalla, jotta asentajan olisi mahdollisimman helppo lukea LVI-piirustusta ilman kysymyksiä.

Muutostöitä tehdään monta kertaa projektin aikana, eikä niiltä voida välttyä jatkossakaan. Projektin aikana suunnittelija voi vaihtua, jolloin uudella suunnittelijalla menee oma aikansa rakennuksen sisäistämiseen, jos ko. kohteen suunnitelmia tutkitaan tai perehdytään ensimmäistä kertaa.

Vaihtumisen syitä ovat kesä-/talvilomat, isyyslomat/äitiyslomat, sairastapaukset, irtisanominen, muiden töiden tekeminen, jolloin aika ei riitä suunnittelemaan kyseistä kohdetta, tai jopa radikaalinen ratkaisu, että suunnittelutoimisto korvataan toisella suunnittelutoimistolla.

Suunnittelijalla on omat näkemyksensä siitä, miten kuvassa tuodaan esille muutoskohdan, mikä aiheuttaa eriävyyksiä LVI-kuviin. Tarkoituksena olisi saada muutostöihin liittyen yhtenäinen malli, jota sitten käytettäisiin koko projektin ajan koskien lämpö-, vesi- ja viemäri- sekä ilmastointikuvia.

LVI-suunnitelmat elävät projektin aikana monta kertaa, ja syynä tähän ovat tilamuutokset, jotka aiheuttavat taloteknisiin järjestelmiin muutoksia. Muutokset voivat johtua tilaajasta, vuokralaisen toiveista, arkkitehdin suunnitelmien muutoksista taikka taloteknisistä haasteista. Muutostöiden jatkuva suunnittelu on kallista, ja monesti projektin aikana veivataan edestakaisin samoja kohtia arkkitehdin toimesta.



## 2.1 Esimerkki 1

Arkkitehdin pohjapiirustuksessa on alun perin ollut WC-ryhmä, johon kuuluu 5 WC-istuinta. Päivitetyssä pohjapiirustuksessa WC-ryhmä on kutistunut kahteen WC-tilaan ja yhteen tupakkahuoneeseen. WC-ryhmitys tarvitsee poistoilmaa, ja tuloilma voidaan korvata siirtoilmalla, mutta tupakkahuoneessa tarvitaan sekä poisto- että tuloilmaa, jolloin tarvitaan jostain kanavahaarasta tuloilmaa kyseiseen huoneeseen sekä reitti kyseiselle kanavalle. Jo suunniteltu poistoilmakanava voi kasvaa suuremmaksi riippuen siitä, kuinka iso tupakkahuone on. Jos poistoilmakanavan koko kasvaisi, huomioon pitää ottaa muut talotekniset asiat kuten vesi- ja viemäri- sekä lämpöratkaisut. Suunnittelijan täytyy tarkastaa, että kanavakoon muutos ei aiheuta törmäilyjä muun talotekniikan kanssa. Jos niin kuitenkin käy, joudutaan miettimään reittimuutoksia ilmanvaihtoil- le, lämmitykselle taikka vesi- ja viemäriputkille. Myös leikkauskuvista joudutaan katso- maan, riittääkö korkeus alakaton ja rakenteen välillä muutokseen. WC-ryhmituksen pois- toilmantarve on 20 l/s / paikka työpaikkatiloissa, kun taas tupakkahuoneen poistoilman- tarve on 20 l/s neliometriä kohden sekä tuloilmantarve 10 l/s neliometriä kohden.

Jos muutoksen seurauksena kanavakoko kasvaisi, eikä kanava mahtuisi kulkemaan alakatossa, jouduttaisiin kanava vaihtamaan kanttikanavaksi. Kanttikanava on aina huonompi vaihtoehto, koska siinä syntyy enemmän painehäviötä ja virtausteknisesti kanttikanava on pyöreää kanavaa heikompi.

## 2.2 Esimerkki 2

Pohjapiirustuksessa on alun perin toimistohuone, ja kyseiseen toimistohuoneeseen on tehty ilmamäärälaskelmat, kanavointi ja muu talotekniikka suunniteltu kulkemaan ala- katossa risteilemättä. Uudessa pohjapiirustuksessa on päivitetty toimistohuoneen tilalle neuvottelutila. Tämä tarkoittaa lisää ilmavirtaa huoneeseen. Entisen ilmavirran määrän 1,5 l/s sijaan tarvitaankin tuloilmaa 4 l/s neliötä kohden. Tästä syystä kanavakoko kas- vaa, ja ilmanvaihtokanavan tilantarve kasvaa alakatossa. Tilan muuttaminen johtaa ilmamäärän kasvamiseen koko rakennuksessa, ja samalla ilmanvaihtokoneen ilma- määrät kasvavat. Ilmanvaihtokoneet on mitoitettu tilojen tarvitsemisen ilmamäärien mukaan; näin iso lisäys ilmamäärässä voi johtaa ilmanvaihtokoneen uudelleen mitoit- tamiseen. Ilmamäärän kasvun seurauksena joudutaan tekemään uusi koneajo, jolloin saadaan SFP-luku päivitettyä. Ilmanvaihtokone voi olla mitoitettu jo maksimi-

ilmamäärään, jolloin ilmanvaihtokonetta voidaan joutua suurentamaan ja näin ollen SFP-luku pienenee. Ilmanvaihtokonehuoneet suunnitellaan ensimmäisten joukossa, kun aletaan suunnitella projektia. On mahdollista, että kohteen konehuoneessa ei ole tilaa isommalle koneelle ja huomioon pitää ottaa myös mahdolliset kanavakokojen kasvut lähdettäessä konehuoneesta.

Neuvotteluhuone sijaitsee 4. kerroksessa, ja ilmastointikanavien koko kasvaa, johtuen kasvavasta ilmamäärästä. Kyseisen neuvotteluhuoneen ilmanvaihtokone sijaitsee 2. kerroksessa, suunnittelija joutuu tekemään muutoksia 4., 3. ja 2. kerroksen ilmanvaihtosuunnitelmiin. Jokaiseen piirustukseen, jota muutos koskee, joudutaan laatimaan oma revisiointi, ja piirustukset pitää päivittää piirustusluetteloon. Ilmanvaihtokoneen ilmamäärän muutos aiheuttaa myös muutoksia laiteluettelossa, jonne kohteen kaikki ilmanvaihtokoneet on merkitty. Näin ollen neuvottelutilan ilmanvaihtomuutos aiheuttaa muutoksia viidessä eri piirustuksessa, kaikki pitää revisioida ja lähettää työmaalle.

Kanavakoon kasvaessa alakatossa suunnittelija joutuu katsomaan, onko kanavakoon suurentaminen mahdollista. Jos ei, niin joudutaan miettimään, pystyykö kyseistä kanavaa muuttamaan kanttikanavaksi vai joudutaanko alakattoa laskemaan, mikä on aina viimeinen vaihtoehto. Muutostyötä tehdessä joudutaan katsomaan, aiheuttaako kanavan muutos muutoksia vesi- ja viemärisuunnitelmissa sekä lämpösuunnitelmissa.

### 2.3 Esimerkki 3

6-kerroksisen toimistorakennuksen ensimmäisessä kerroksessa on alun perin ollut neuvotteluhuoneita sekä työhuoneita. Vuokralaiset ovat vaihtuneet ja uudessa arkkitehtipohjassa osa neuvotteluhuoneista on vaihdettu ravintolaksi. Uuteen arkkitehtipohjaan on päivitetty ravintolan osalta WC-n ryhmät, keittiö ja ravintolasali.

Vesi- ja viemärisuunnitteluun tulee seuraavia muutoksia:

- Uudet rungot ja vesiputket ravintolan keittiölle sekä WC-n ryhmille.
- KV- ja LV-vesimittarit, jotta voidaan laskuttaa vuokralaista.
- Kalusteet ja niiden piirrosmerkinnät.

- Uudet viemärit ravintolan keittiölle sekä WC-n ryhmille.

Suunnitelmiin piirretään ns. lähdöt WC:n sekä keittiön kalusteilta. Ravintolalle menevät vesiputket otetaan jo suunnitelluista vesirungoista. Ravintolalle tuleville vesiputkille suunnitellaan KV (kylmä vesi)- ja LV (lämmön vesi) -vesimittarit, jotta vuokralaista osataan laskuttaa oikein. Liitokset kalusteille tehdään samalla menetelmällä, kuin muille kohteen kalusteille on tehty. Liitokset tehdään joko pex-muoviputkella tai kovalla putkella (kupari).

Viemärit liitetään jo suunniteltuihin viemäreihin, jolloin viemäri joudutaan uudestaan mitoittamaan ja riskinä on viemärikoon kasvu. Runkoviemäriin kasvu ei aiheuta ongelmia, jos runkoviemäriä ei ole vielä asennettu. Isompi muutos on edessä, jos runkoviemäri on jo asennettu ja lattia valettu umpeen, jolloin joudutaan avaamaan lattia uudestaan, mikä taas nostaa muutostyön kustannuksia.

Uudet asennukset lisätään kalusteluetteloon. Sinne tulee merkinnät hanoista, WC-istuimista, pesualtista ja lattiakaivoista.

Hanoista merkitään valmistaja, valmistajien ilmoittama koodi hanalle/LVI-numero, painehäviö, virtaama, putkikoko sekä sen materiaali, jolla liitytään kyseiseen vesilaitteeseen. Lisätietokohdassa tarkennetaan, onko hana elektroninen vai normaali ja kuuluuko siihen myös bide.

WC-istuimista kerrotaan valmistaja, valmistajien ilmoittama koodi WC-istuimelle / LVI-numero, painehäviö, virtaama, putkikoko sekä sen materiaali, jolla liitytään WC-istuimen vesiliitäntään ja WC-istuimelta lähtevän viemäriin koko sekä materiaali. Lisätietokohdassa kerrotaan, onko WC-istuin esimerkiksi seinään asennettava malli vai liimakiinnityksellä lattiaan.

Pesualtaista merkitään valmistaja sekä valmistajien ilmoittama koodi/LVI-numero. Hienoissa kohteissa, jonne ei tule peruspesualtaita, arkkitehti päättää WC-tilojen suunnittelusta.

Lattiakaivoista merkitään valmistaja sekä valmistajan ilmoittama koodi/LVI-numero, lattiakaivon materiaali, lattiakaivon kannen materiaali sekä viemäriputken lähtökoko lattiakaivosta. Keittiön puolella on normaaleja lattiakaivoja ja erilaisia rutiläkaivoja, joiden kannen koko on isompi kuin normaaleilla lattiakaivoilla.

## 2.4 Esimerkki 4

Lämpösuunnittelussa lasketaan lämpöhäviöt arkkitehdin pohjapiirustuksen mukaan. Lämpöhäviölaskennat tehdään projektin alkuvaiheessa ja saadaan lämmitystehon tarve kyseiseen huoneeseen. Erilaisia lämmitysmahdollisuuksia ovat patterit, konvektorit, puhallinpatteriyksiköt (PPY), kiertoilmakojeet (KIK) sekä lattialämmitys.

Arkkitehdin pohjapiirustuksen muuttuminen muuttaa jo tehtyjä lämpöhäviölaskelmia ja lämmitystehontarvetta. Esimerkiksi arkkitehdin alkuperäisessä avokonttorissa on huone neliömäärä ollut  $150 \text{ m}^2$ , ja siihen on laskettu lämmitystarpeen teho. Uudessa arkkitehdin pohjapiirustuksessa, avokonttorin tila on kasvanut  $50 \text{ m}^2$ , ja näin ollen avokonttorin pinta-ala on  $200 \text{ m}^2$ . Näin ollen lämmitystehon tarve kasvaa, ja joudutaan tekemään uudet lämpöhäviölaskelmat kyseiseen tilaan. Tästä syystä tilaan joudutaan joko lisäämään pattereita tai muuttamaan pattereiden pituuksia, jotta saataisiin toteutettua vaadittava lämmitystehontarve. Huomioon pitää ottaa myös alapohja, jos avokonttori sijaitsee maatasolla, sekä yläpohja, jos avokonttori sijaitsee ylimmässä kerroksessa. Ulkoseinät sekä ikkunat otetaan huomioon, jos avokonttori sijaitsee ulkoseinän vierellä. Tärkeä asia on, että suunnittelija suunnittelee samanlaiset patterit. Visuaaliselta kannalta samankorkuiset patterit miellyttävät silmää enemmän kuin tilanne, jossa pattereiden korkeudet vaihtelisivat esimerkiksi  $300 \text{ mm:n}$  ja  $400 \text{ mm:n}$  välillä samassa tilassa.

Puhallinpatteriyksiköitä suunnitellaan neuvottelutiloihin sekä aulatiloihin pääsääntöisesti. Puhallinpatteriyksikön teho lasketaan alueen pinta-alan mukaan. Arkkitehdin muutoksien vuoksi, esimerkiksi rakennuksen aulatilán kasvun  $50 \text{ m}^2$ , joudutaan lisäämään yksi puhallinpatteri lisää tai vaihtamaan jo olemassa oleva puhallinpatteri 2-osaiseen malliin. Jos joudutaan lisäämään yksi puhallinpatteri lisää ja tilassa olevat puhallinpatterit tarvitsevat kondessiviemäröinnin, vesi- ja viemäripiirustukseen täytyy lisätä kondessiviemäröinti kyseiseltä puhallinpatterilta. Tämä muutostyö lisää muutoksia lämpö-, vesi- ja viemäripiirustukseen sekä laiteluetteloon, jossa on kohteen kaikki puhallinpatterit lueteltu.

## 2.5 Reikäpiirustukset

LVI-muutoksia tehdessä voidaan joutua myös päivittämään reikäpiirustuksia suunnitelmien muutosten takia. Aina tämä ei ole mahdollista toteuttaa toivotulla tavalla, esimerkiksi korjausrakentamisessa reikäpaikkoja ei voida varmuudella tietää, ennen kuin rakennepuolen suunnittelija on tehnyt lujuuslaskelmat ja tiedetään tarkasti, mihin reikien paikat voidaan sijoittaa.

Rakennusta purettaessa paljastuu paljon asioita; yleensä nämä liittyvät talotekniikkaan. Vanhoissa suunnitelmissa rungot menevät eri paikassa kuin oikeassa rakennuksessa. Näitä muutoksia vanhoissa kohteissa ei ole yleensä päivitetty lopullisiin piirustuksiin, mikä aiheuttaa päänsäryn suunnittelijalle sekä työmaalle.

Reikäpaikkojen sijainnin muuttuminen voi vaikuttaa voimakkaasti taloteknisiin suunnitelmiin. Jo suunniteltuja reittejä voidaan joutua muokkaamaan radikaalisesti, ja uudet reittimuutokset voivat olla hyvinkin erilaiset verrattuna aikaisempiin suunnitelmiin.

Suunnitelmissa joudutaan miettimään reititys sekä kanavakoot uudestaan, esimerkiksi joudutaanko pyöreä kanava muuttamaan kantikanavaksi, tai voidaanko tehdä ilmanvaihtokanavaan haaroja muihin kohtiin, jotta vältettäisiin turhia risteilyjä. Usein kun joudutaan tekemään tällaisia muutoksia, joudutaan joko alakattoa alentamaan kyseisessä kohdassa taikka ”pahan alueen kohdalla” voidaan joutua pienentämään huonetta, jolloin saadaan lisää tilaa talotekniikalle.

## 3 Korjausrakentaminen

### 3.1 Yleistä

Korjausrakentamisen rakennuskohteet on rakennettu 1800–1900-luvulla. Kun aloitetaan kohteen suunnittelu-urakka, pitää kohteen LVI-järjestelmät olla tarkastettu, jotta tiedetään, pitääkö kohteeseen tehdä osittainen korjaus vai kokonaiskorjaus. (3, s. 5.)

### 3.2 Osittainen korjaus

Osittaisella korjauksella tarkoitetaan, että olemassa olevia LVI-järjestelmiä pyritään hyödyntämään mahdollisimman paljon ja LVI-asennukset korjataan osittain. Pyritään esimerkiksi ilmanvaihtosuunnittelussa käyttämään olemassa olevia runkokanavia, kanavahaaroja, reikäpaikkoja sekä kanavavientejä tiloihin. (3, s. 4.)

### 3.3 Kokonaiskorjaus

Kokonaiskorjauksella tarkoitetaan sitä, että kaikki huoltokirjan PTS-suunnitelman ( pitkän aikavälin suunnitelma) mukaan lähivuosina korjaus- tai uusimistarpeessa oleviksi todetut LVI-asennukset korjataan tai uusitaan. Järjestelmävalintoja voidaan tehdä vapaammin kuin osittaisessa korjauksessa. (3, s. 4.)

### 3.4 Lähtökohdat työhön

Vanhat asiakirjat toimivat LVI-suunnittelijoiden tietolähteinä. Vanhoista, yleensä ennen 1900-luvun puoltaväliä rakennetuista rakennuksista voi olla rakenne- ja hormipiirustuksia ja lämmitys- ja viemäriverkostopiirustuksia. Vesijohtoihin, viemäriin ja lämmitykseen on yleensä tehty muutoksia, joita ei ole päivitetty LV-kuviin. 1900-luvun puolenvälin tienoilla ja sen jälkeen rakennetuista rakennuksista LVI-suunnitelmia voi olla kiinteistön omistajilla, rakennusvalvontaviranomaisilla, kunnan vesilaitoksella ja kohteessa urakoineilla liikkeillä.

Kun lähdetään tekemään korjausta vaativia vanhoja LVI-järjestelmiä (esim. vesi- ja viemäriputkien pinnoitus taikka uusiminen), vanhojen suunnitelmien luotettavuus on hyvä ottaa huomioon. LVI-piirustukset on saatettu kopioida hyvinkin ohjeellisista piirustuksista. Rakennuksen käytönaikaisia muutoksia ei yleensä ole merkitty piirustuksiin. Näitä ovat esimerkiksi putkien ja kanavien kokojen ja asennusreittien muutokset, laitteiden muutoksia.

Muutos- ja korjausrakentamisen suunnittelussa tarvittavia lähtötietoja ja asiakirjoja ovat mm. (1, s. 2)

- nykyiset lämpöpiirustukset
- vanhat ilmastointipiirustukset
- vanhat vesi- ja viemäripiirustukset
- tiedot olemassa olevista ilmanvaihtokoneista, jos ne jäävät käyttöön rakennuksessa
- tiedot vanhoista ilmastointipalkeista, puhallinpatteriyksiköistä
- suojamääräyksistä
- mahdolliset valokuvat kohteesta
- palokatkoalueet.

### 3.5 Piirustusten laatiminen

Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset voidaan laatia hankkeesta riippuen seuraavilla tavoilla:

- käyttämällä olemassa olevia piirustuksia, jolloin poistot, muutokset ja lisäykset osoitetaan piirustuksessa poiketen alkuperäisistä merkinnöistä ja teksteistä.
- uudelleen piirretyillä piirustuksilla, joissa jo olemassa oleva tilanne sekä muutostyö tai korjaustoimenpiteet osoitetaan toisistaan erottuvalla tavalla.
- kaksilla piirustuksilla, joista toisessa piirustuksessa esitetään tarvittavat purkutoimet ja toisessa piirustuksessa esitetään tilanne muutoksen jälkeen.

Piirustuksissa käytettävät merkinnät valitaan piirustusten laadintatavan mukaan. Piirustukset pyritään yksinkertaisin keinoin selkeiksi ja helposti luettaviksi. (1, s. 4.)

### 3.6 Lähtökohtapiirustukset

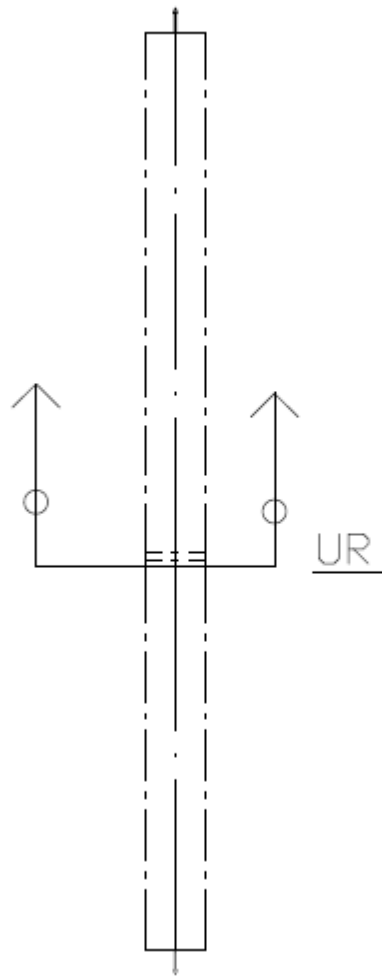
Lähtökohtapiirustuksina käytetään jo olemassa olevia LVI-piirustuksia, joissa on vanha pohjapiirustus, sekä arkkitehdin uutta pohjapiirustusta, jossa mahdollisia tilamuutoksia, purettuja/lisättyjä seiniä. Näin ollen voidaan verrata mahdollisia tilamuutoksia ja sitä, aiheuttaako tämä esimerkiksi ilmastointikanavien kasvua. (3, s. 4.)

### 3.7 Piirustusmerkinnät LVI-piirustuksissa

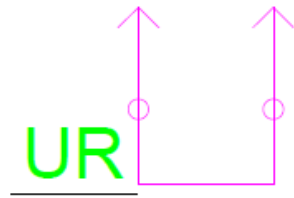
Muutos- ja korjaustoimenpiteiden kuvaamisessa tarvittavat piirustusmerkinnät ja niiden merkitys esitetään alla olevissa kuvissa.

Kuvissa 1–3 on esitetty erilaisia urakkarajanmerkintöjä, joita voidaan käyttää suunnitelmissa. Urakkarajamerkintä tulee laittaa suunnitelmiin, kun esimerkiksi liitytään olemassa olevaan kanavaan, päätelaite vaihdetaan taikka muutetaan olemassa olevaa pyöreätä kanavaa kanttikanavaksi. Näin asentaja tietää työmaalla, mistä kohtaa asennus alkaa.





Kuva 1. UR-merkintä kuvaa, minne päin lähdetään asentamaan uutta kanavaa.



Kuva 2. Vaihtoehtoinen urakkarajamerkintä.



Kuva 3. Vaihtoehtoinen urakkarajamerkintä, jossa urakkarajamerkintä on piirretty paksummalla viivalla ja sen muoto on erilainen verrattuna kuva 2:n urakkarajamerkintään.

#### 4 Otsikkotaulut

Otsikkotaulut ovat kooltaan aina samanlaisia sekä samassa paikassa, riippuen siitä onko piirustus vesi- ja viemäripiirustus, IV-piirustus, lämpöpiirustus taikka purkukuva. Otsikkotaulussa tulee näkyä piirustuksen laatimispäivämäärä, se mikä piirustus on kyseessä (ilmanvaihto, vesi- ja viemäri, lämpö, purkukuva), arkkitehdinpohjapiirustuksen nimi, piirustuksen sisältö, kohteen nimi, rakennustoimenpide, kohteen sijainti (postinumero ja paikka, kortteli/tila, tontti numero), projektin numero, piirustuksen numero, piirustuksen mittakaavan tiedot, muutos (aakkosjärjestyksessä juokseva muutoksen kirjain) suunnittelevan toimiston nimi, suunnittelija sekä vastaavasuunnittelija. (Kuva 4.)

REV	PVM	MUUTOS

K-OSA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI R-NO	VIRANOMAISEN MERKINNÖILLE	RATU
			—	
RAKENNUSTOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. NO
KOHTeen NIMI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MK/SIVU.
Toimiston nimi		PVM	PROJ. N:O	MUUTOS
SUUNN.		TIEDOSTO	PIIR. N:O	
VAST.SUUNN.		XREF		

Kuva 4. Otsikkotaulu täyttämättömänä.

Otsikkotauluun täytyy laittaa kuvaan tehtävän muutoksen revisionuolen kirjain revisio-sarakkeeseen, oikea päivämäärä sekä kuvaus tehdystä muutoksesta. Esimerkiksi ”kui-lumuutos”, mikä tarkoittaa, että ilmastointikuvassa IV-piirustuksessa on tehty muutoksia kuilussa. Nämä muutokset voivat olla esimerkiksi sellainen, että poistokanavan nousu ja tulokanavan nousu ovat vaihtaneet keskenään paikkoja. Kun muutoksia tehdään IV-suunnitelmiin, suunnittelijan täytyy tarkastaa myös vesi- ja viemäri- sekä lämpösuunnitelmat, jotta tiedettäisiin, aiheuttaako IV-muutos muutoksia muihin talotekniikan piirustuksiin. Piirustuksessa täytyy näkyä nuolimerkintä samalla kirjaimella, joka on merkitty otsikkotauluun revision kohdalle. Revisiointi etenee aina aakkosjärjestyksessä, ja jokaiselle revisiointinuolelle on oma päivämääränsä. (Kuvat 5 ja 6.)

D	PVM	KUILUMUUTOKSLA
C	PVM	KRIITTI MUUTOS
B	PVM	A 301 HUONERSEEN LISÄTTY IIAMAMÄÄRÄÄ
A	PVM	KANAVARRETTI MUUTOKSLA
REV	PVM	MUUTOS

K-OA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI R-NO	VIRANOMAISEN MERKINNÖILLE	RATU
			—	
RAKENNUSTOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. NO
KOHTEEN NIMI			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MKSIVU.
Toimiston nimi		PVM	PROJ. N:O	MUUTOS
SUUNN.		TIEDOSTO	PIIR. N:O	
VAST.SUUNN.		XREF		

Kuva 5. Esimerkki, miten otsikkotaulua täytetään muutosten osalta.



Kuva 6. Revisionuoli, joka näkyy piirustuksessa.

## 5 Purkukuvat

### 5.1 Työn aloitus

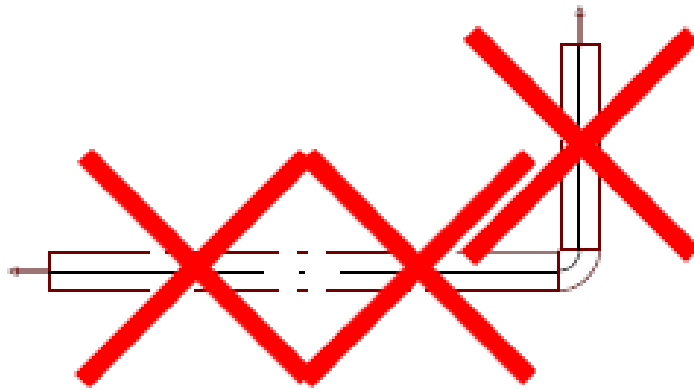
Purkutyöhön liittyvät suunnitelmat sekä selvitykset sen aloituksessa

- LVIS-järjestelmän kunto
- purkutyöselityksen laadinta
- purkupiirustusten laadinta
- reikäpiirustukset, jotka sisältävät uudet reikävaraukset LVI-järjestelmille.

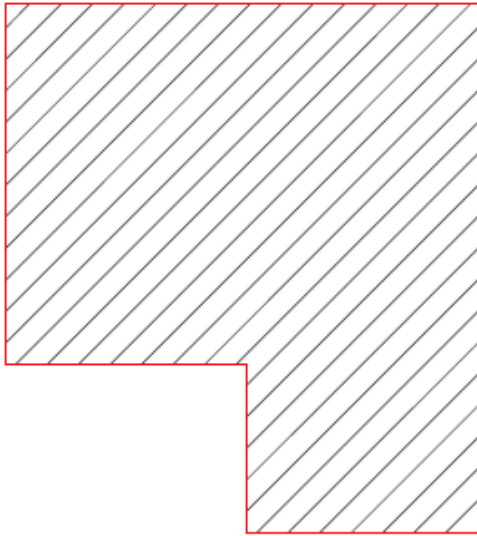
### 5.2 Toimintaperiaate

Purkukuvista täytyy tehdä aina omat piirustukset jokaisesta talotekniikan osa-alueesta. Purkukuvista pitää tulla ilmi selvästi purettavat talotekniset asiat. Purkumerkintä alkaa urakkarajamerkinnästä, jonka jälkeen ilmastointikanavat, viemäriputket, vesiputket ja lämpöputket on merkitty punaisella x-merkkisellä symbolilla. Urakkarajamerkinnästä tulee käydä ilmi, mihin suuntaan merkki vaikuttaa, vaikka x-merkkiset symbolit olisivatkin kuvassa. Jos kuitenkin puretaan esimerkiksi kerroksen kaikki IV-kanavat sekä pää-

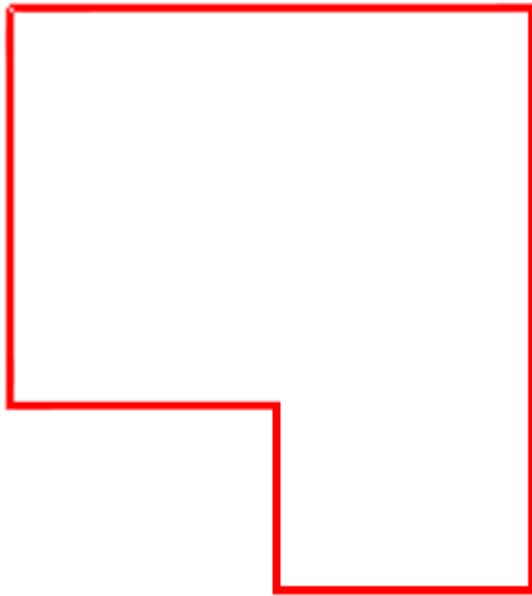
telaitteet, voidaan IV-purkupiirustukseen ympyröidä koko kerros paksummalla viivalla ja viitata siihen viitetekstillä esimerkiksi ”puretaan kaikki IV-kanavat sekä päätelaitteet merkityltä alueelta”. Toinen mahdollisuus on käyttää hatch-merkintää, joka ”maalaa” purettavan alueen, jolloin viitetekstillä viitataan siihen, että taas talotekniikka puretaan maalatulta alueelta. (Kuvat 7, 8 ja 9.)



Kuva 7. Purkumerkintä purettavasta IV-kanavasta.



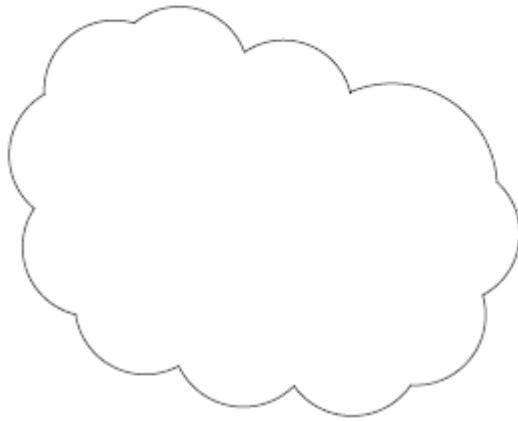
Kuva 8. Alue "hachatty"



Kuva 9. Jos alueelta puretaan kaikki talotekniikka, se voidaan toteuttaa näin, rajaamalla koko alue, jolloin tekstillä tarkennetaan, mitä tehdään, esimerkiksi "Kaikki talotekniikka puretaan alueelta".

Pienemmissä kohteissa voidaan käyttää yhteisiä asennus- ja purkukuvia, jos kohteessa muutokset ovat pieniä. Esimerkiksi lämpökuvasta siirretään vanha konvektori toisesta huoneesta toiseen paikkaan tai konvektorin paikkaa vaihdetaan huoneessa. Näin

pieni muutos ei tarvitse erikseen purku- sekä asennuskuvaa. Tällainen muutos voidaan näyttää kuvassa pilvittämällä muutosalue (kuva 10), jolloin nähdään asennuskuvasta, mitä tilaa muutos koskee.



Kuva 10. Muutosalue voidaan pilvittää, jolloin tiedetään, missä muutos sijaitsee.

Kun purkupiirustukset on laadittu kohteesta, aletaan suunnitella asennuskuvia. Jos kohteeseen jää nykyisiä LVI-reittejä, niiden pitää näkyä asennuskuvissa. LVI-piirustuksissa, joissa esiintyy sekä uutta että vanhaa talotekniikkaa, nämä erotellaan toisistaan helpottaakseen asennustyötä. Vanhat asennukset valkaistaan, jolloin tulosvaiheessa vanhat asennukset näkyvät ohuemmalla viivalla. Piirustuksiin on myös lisätty viitetekstejä uusista ja vanhoista kanavista.

Jos asennuskuvassa jatketaan vanhasta kanavasta uudella kanavalla, liitos joudutaan merkitsemään seuraavilla tavoilla ”olemassa oleva IV-kanava” ja viiteteksti vanhan asennuksen päälle, ”uusi IV-kanava” ja viiteteksti uuden asennuksen päälle sekä ”liitos olemassa olevaan kanavaan”, jolloin viitataan, että vanhaan kanavaan liitytään.

Kun ajatellaan urakoitsijan näkökannalta, on tärkeää merkitä piirustuksiin riittävä määrä viitetekstejä, joissa erotellaan nykyistä ja uutta talotekniikkaa. Piirustukset, joissa esiintyy vanhaa sekä uutta talotekniikkaa, ovat sekavia ja näin ollen vaikeasti luettavia.



## 6 Ratkaisuja

Muutostyöt ovat arkkitehdiltä, vuokralaiselta, työmaalta sekä rakennuttajalta tulevia muutoksia. Arkkitehdistä ja vuokralaisesta johtuvat muutostyöt ovat isompia kuin työmaalta tulevat. Työmaalta tulevat muutostyöt ovat pieniä verrattuna koko projektiin. Nämä muutostyöt käsittelevät kanavien, putkien, viemärikalusteiden yms. pienimuotoisia muutoksia. Esimerkkinä ovat kanavien läpiviennit huoneeseen toisesta paikkaa ja vesikalusteiden sijoittelu paikan päällä toiselle tavalla kuin piirustuksissa tilasyiden takia. Arkkitehdin tekemät muutokset ovat vuokralaisen toiveita. Niissä on esimerkiksi toimisto- tai liiketilapinta-alaa kasvatettu tai pienennetty. Neuvotteluhuoneita on voitu korvata toimistotiloilla, liiketiloilla taikka toistepäin.

Muutostöiden ratkaisuihin on olemassa monia tapoja, ei vääriä eikä oikeita. Jokaisella suunnittelijalla on oma näkemyksensä siitä, miten muutostyöt merkitään piirustuksissa. Yleisin ongelma on riittävä kommunikointi. Suunnittelija ja työmaanjohto kommunikoivat piirustuksista muutostöiden osalta, mutta eivät kuitenkaan tarpeeksi. Yleinen kommunikointi tapa on sähköpostittelu sekä puhelinkeskustelut. Sähköposti on hyvä tapa, koska siihen voi liittää PDF-kuvia; kuitenkin paras ratkaisu olisi käydä työmaalla katsomassa paikan päällä kameran kanssa.

Kun projekti alkaa, käydään läpi LVI-aloituskokous. Suunnittelutoimiston, joka hoitaa LVI-puolen muutossuunnittelun, olisi hyvä tuoda kokouksissa esille esimerkkipiirustuksia siitä, miten tullaan esittämään muutostyöt sekä mahdolliset purkutyöt kuvissa. Näin ollen saataisiin kommentteja paikan päällä useammalta taholta. Jos kuitenkin piirustusta ei saada, hyvänä esimerkkinä on Word-ohjelmistolla tehty A4-paperi, jossa on lueteltu symbolit, joita käytetään kyseisessä projektissa.

Revisionuolten tulee olla paikkaansa pitäviä ja ajan tasalla otsikkotaulun ja asennuskuvan kanssa. Näkymän piirustuksessa tulee vastata tekstiä, joka lukee nimiössä. Esimerkiksi, Rev. D "Huone 2101", päätelaitteet vaihdettu, ilmamäärät kasvaneet yms. Piirustuksessa tulee näkyä kyseisessä huoneessa D-revisionuoli. Tämä riittää, koska nimiössä on tarkennus kyseisestä huoneesta ja siitä, mitä muutoksia sinne on tehty. Asentaja sekä mestari näkevät, että on tehty D-revisio, kyseisessä huoneessa päätelaitteet uusittu sekä samalla ilmapirrret korjattu. Jos muutokset kohdistuvat useisiin eri vuokralaisiin, on hyvä tuoda otsikkotaulussa esille aluetta koskevat muutostyöt. Esimerkiksi, jos kohteessa on monta ravintolaa, otsikkotauluun kirjoitetaan "ravintola A

kanavamuutokset”, jolloin tiedetään, missä muutos on ja osataan laskuttaa oikein ja näin saadaan asiaa yksinkertaisemmaksi.

Toinen tapa revisioida otetaan käyttöön, jos on tehty esimerkiksi kanavamuutoksia, jotka koskevat käytävää ja luokkahuonetta. Nimiössä tulee olla teksti rev-C ”Kanavamuutoksia käytävällä sekä luokkahuoneessa 301”. Näin ollen revisionuolten tulee näkyä piirustuksessa käytävän kohdalla sekä luokkahuoneessa.

Piirustuspuolen muutostöissä mallinnuskohteissa paras metodi tarkastella virheitä on IFC-mallinnus, josta on kerrottu erikseen seuraavassa luvussa.

## 7 IFC-mallinnus

IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen ja jatkuvasti kehitettävä rakennusalan ISO/PAS 16739 -standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen (5).

### 7.1 Mikä on IFC?

IFC-tiedonsiirtoa käytetään tuotemalliperusteisessa rakennussuunnittelussa. IFC:n perusajatuksena on siirtää tuotemallitietoa ohjelmistoista riippumattomasti sekä CAD-järjestelmien välillä. IFC:llä siirretään ainoastaan oliotietota (3D-geometriaa ja parametreja), mutta sillä ei voida siirtää piirustusmuotoista tietoa. Tämä tarkoittaa, että suunnitelmiin voidaan piirtää esimerkiksi 3D-mallinen jakotukkikaappi ja se näkyy piirustuksina 3D:nä, mutta ei taas IFC-tiedostossa, jos sitä tarkasteltaisiin siellä. Piirretty jakotukkikaappi joudutaan koodaamaan IFC-malliksi, jotta se näkyisi 3D-dokumenttina. (5)

IFC-ohjelmistoja lukeakseen täytyy käyttää niihin soveltuvia ohjelmia. Yksi niistä on Solibri Model Checking (Solibri-mallien laadunvarmistusohjelma).

Nykypäivänä IFC-mallintamista käytetään paljon mallintamiskohteissa. Sen avulla pystytään tarkastelemaan törmäystarkastelua sekä talotekniikan kulkua rakennuksessa. (Kuva 11.)

## 7.2 Tavoite ja hyödyt

Kiinteistöjen ja rakennusten mallinnuksen tavoite on tukea suunnittelun ja rakennuksen laatua, tehokkuutta, turvallisuutta ja kestäväää kehitystä sekä sen mukaista hanke- ja elinkaari prosessia (2, s. 2).

Tietomallit mahdollistavat mm.

- investointipäätösten tuen vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia
- energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysien ratkaisujen vertailun, suunnittelua ja ylläpidon tavoiteseurantaa varten
- suunnitelmien havainnollistamisen (esim. törmäystarkastelu, putkien, viemäreiden, IV-kanavien todellinen korko)
- laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantumisen ja suunnitteluprosessin tehostamisen.



Kuva 11. Solibri-katselmus ilmastointikanavista (IFC-malli) (4).

### 7.3 TATE-suunnittelun vaiheet

Suunnitteluvaiheiden TATE-tietomallinnus jakautuu kahteen eri osa-alueeseen, ehdotus- ja yleissuunnitteluun sekä toteutussuunnitteluun (2, s. 2).

#### 7.3.1 Ehdotus- ja yleissuunnittelu

Taloteknisessä ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa ei tehdä koko rakennuksen kattavaa järjestelmämallia, vaan keskitytään järjestelmävalintoihin, palvelukaavioihin sekä taloteknisiin tilavarauksiin.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään vaihtoehtoisia ratkaisuja TATE-suunnitelmiin tehtäväluettelon mukaisesti. Tietomallinnusta ei ole välttämättä pakko tehdä kaikkiin ehdotussuunnitteluvaiheeseen. Projektissa tai suunnittelutarjouspyynnössä sovitaan tietomallinnuksen laajuus tarkoituksenmukaiseksi. (2, s. 2.)

#### 7.3.2 Toteutussuunnittelu

Koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit tehdään toteutussuunnitteluvaiheessa.

Dokumenttipohjaista tietomalliselostusta ylläpidetään mallinnuksen yhteydessä, yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheessa sekä rakennusaikana. Tietomalliselostuksessa kerrotaan, mitä objekteja on mallinnettu millä tietosisällöllä sekä geometriatarkkuudella. Tietomalliselostuksessa täytyy kertoa, minkälaisia ohjelmistoja ja niiden versioita on käytetty. (2, s. 3.)

## 8 Punakynäpiirustukset

Punakynäpiirustukset tehdään projektin loppuvaiheessa. LVI-suunnitelmiin on tehty käsin merkintöjä siitä, miten lopulliset asennukset on tehty. Työmaalla työnjohto suorittaa nämä korjaukset. LVI-piirustukset tulevat toimistolle, jossa suunnittelija korjaa tehdyt muutokset LVI-suunnitelmiin. Punakynäpiirustuksissa ei tarvitse kuviin laittaa revisio-merkintöjä, koska kuvat ovat valmiit. Vain otsikkotauluun tulee revisio-merkintä ”punäkynäkorjaukset”, jotta tiedetään, että kuvat on käsitelty. (Kuva 12.)



## 9 Yhteenveto

LVI-suunnittelu kehittyy jatkuvasti hirmuisella vauhdilla, mikä lisää haasteita suunnittelijoille sekä työmaalle koko ajan. Nykyään suunnittelijoilla on suunnitteluun käytössä paljon erilaisia apuohjelmia, joita myös hyödynnetään yhä enemmän. Muutostöitä esiintyy projekteissa jatkuvasti eikä niistä päästä kokonaan eroon, mutta niiden väheneminen auttaa suunnittelutyön kokonaisuuden parantamiseen. Apua tuovat myös erilaiset mallinnusohjelmat, kuten IFC-mallinnus.

Opinnäytetyössäni selvitettiin LVI-muutostöiden seurauksien vaikutuksia LVI-piirustuksiin sekä muutostöiden merkitsemistapoja. Yleisemmin muutokset tulivat arkkitehdiltä taikka työmaalta. Usein syynä piirustuksien eroavaisuuksiin oli alkuperäisen suunnittelijan vaihtuminen kesken projektin, mihin syitä olivat erinäköiset lomat sekä kiireellisyys. Parhain tapa saada piirustukset näyttämään yhdenmukaisilta on riittävä kommunikointi projektin henkilöiden kanssa suunnittelutoimissa sekä työmaalla. Toinen hyvä tapa minimoidakseen muutostöitä on IFC-mallinnus, jota kuitenkin käytetään vielä nykypäivänä liian vähän. Osasyynä tähän on se, että työmaalla ei vielä ole tarpeeksi riittävää osaamista IFC-ohjelman käyttämiseen, mikä on huomattu rakennusyrityksissä.

Muutostöiden ongelmana on se, että pieneltä tuntuva muutos työmaalla voi vastata isompaa muutosta piirustuksissa. Suunnittelijan täytyy ottaa huomioon muutkin piirustuksen kuin vain kyseisen talotekniikan muutokset. Yhden tilan tarpeen muutokset voivat vaikuttaa lämpö-, ilmanvaihto-, vesi- ja viemäripiirustuksiin, kalusteluetteloon, laiteluetteloon, rakennusautomaatiopiirustuksiin sekä asemapiirustukseen.

Käytännössä muutostöiden loppumiseen ei ole mitään parannuksia olemassa, vaikka suunnitelmat olisivatkin hyvin suunniteltu. Toimitilarakennuksissa vuokralaiset vaihtuvat, joiden toiveiden mukaan muutoksia tehdään. Muutostöiden vähenemiseen on kuitenkin olemassa kaikki edellytykset nykyajan tekniikalla.

## Lähteet

- 1 LVI 03-10389 Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset. 2005. Helsinki: Rakennustieto. 2005
- 2 LVI 03-10491 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu (Versio 1.0,2012). Helsinki: Rakennustieto.
- 3 LVI 06-10426 LVI-, sähkö- ja teleasennusten reitit ja asennustilat korjausrakentamisessa. 2008. Helsinki: Rakennustieto. 2008
- 4 Solibri. 2014. Verkkodokumentti. Solibri. <http://nemetschek-scia.com/en/company/news/solibri-releases-new-and-greatly-enhanced-solibri-model-viewer-and-ifc-optimizer> Luettu 10.1.2014
- 5 IFC. 2014. Verkkodokumentti. Wikipedia. <http://fi.wikipedia.org/wiki/IFC> Luettu 3.1.2014
- 6 Esimerkkikuva. 2014. Climaconsult Finland Oy.

